

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 011 616.4  
**Anmeldetag:** 10. März 2004  
**Anmelder/Inhaber:** DYNAenergetics GmbH & Co KG,  
53840 Troisdorf/DE  
**Bezeichnung:** Perforationskanonensystem mit  
selbstverschließenden Durchschusslöchern  
**IPC:** E 21 B 43/117

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. November 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Schäfer

## **Perforationskanonensystem mit selbstverschließenden Durchschusslöchern**

Perforationskanonen werden in Tiefbohrlochsprengungen in der Erdöl- und Erdgasindustrie zur Anbindung der Bohrung an den Speicherhorizont eingesetzt. In einem äußeren Kanonenrohr 1 (siehe Figur 1) befinden sich Ladungen 10 – üblicherweise Hohl- oder Geschoßladungen – die radial nach außen durch die Kanonenwandung 2 ins Speichergestein einschießen. Problematisch bei diesem Verfahren sind Rest- und Bruchstücke der Ladungen 10 und der Bauteile im Inneren der Kanone, die nach dem Schuss durch die Durchschusslöcher 13, 14 (siehe Figuren 3 und 4) in die Bohrung fallen können. Um diesen „debris“ 17 (Bruchstücke der Ladungen) zu vermeiden wird im Patent US 6464019 B1 eine Ladung mit einem Bimetall Gehäuse vorgestellt, dass nach dem Schuss intakt bleibt. Auf Grund der Gehäusegröße kann dieses nicht durch die Durchschusslöcher 13, 14 in die Bohrung fallen.

Die Erfindung besteht aus einem Mechanismus, der nach dem Schuss die Perforationslöcher bzw. Durchschußlöcher 13 in der Kanonenwandung 2 verschließt und somit ein Austreten des „debris“ 17 verhindert. Als Verschlussmechanismus können Schaumkartuschen, ein Schieber- oder Rotationsmechanismus dienen. Im Falle der Schaumkartuschen werden einige Hohlladungen 10 durch Kartuschen mit 2-Komponenten Schaum ersetzt. Durch die Sprengschnur 11, die die Perforatoren bzw. Ladungen 10 zündet, wird die Kartusche zur Umsetzung gebracht, der Schaum quillt auf und verstopft die Durchschusslöcher 13.

Beim Einsatz eines Schiebe- oder Rotationsmechanismus wird in die Kanone ein zweites Rohr 4 eingesetzt, welches nach dem Durchschuss um mindestens den Durchmesser des Durchschusslochs 13 verschoben wird (entweder longitudinal; Schiebermechanismus oder transversal, Rotationsmechanismus). In Figur 1 ist der Verschiebeweg durch ein X (siehe Bezugszeichen 8) gekennzeichnet. Zur Bewegung des Innenrohrs bzw. zweiten Rohrs 4 nach dem Schuss kann eine vor-

- 2 -

gespannte Feder dienen. Das Innenrohr 4 wird in der Ausgangsposition über ein Sicherungselement 7 fixiert, das z.B. durch die Sprengschnur 11 zerstört wird. Als Sicherungselement 7 können z. B. Bolzen, Sprengringe oder Schrauben dienen. Die Zerstörung kann z. B. auch über ein pyrotechnisches Element - eventuell auch mit Verzögerungssatz - erfolgen. Zur Bewegung des Schiebermechanismus bzw. des Innenrohrs 5 kann auch der Innendruck in der Kanone nach dem Schuss verursacht durch die Reaktionsprodukte der Explosivstoffe in den Ladungen 10 dienen. Wird das Innenrohr 4 auf der Seite, in die es sich bewegen soll verschlossen 5 und auf der anderen Seite geöffnet gehalten, kann sich dieses Innenrohr 4 wie ein Kolben bewegen. Der Innendruck kann sich nur durch die Perforationslöcher 14 und die Durchführungen 6 für die Sprengschnur 11 entlasten. Die Zeit bis zum vollständigen Druckabbau ist ausreichend um das Innenrohr 4 zu verschieben und somit die Durchschusslöcher 13, 14 zu verschließen. Gleichzeitig bewirkt der Gasdruck ein Aufblähen des Innenrohrs 4 (bekannt auch für herkömmliche Perforationskanonen unter dem Begriff „Gun Swell“). Das sich ausdehnende Innenrohr 4 kann sich mit der Innenwandung des Außenrohrs bzw. Kanonenrohrs 1 verkeilen und kann somit nicht zurückrutschen. Der Zeitpunkt dieser Ausdehnung kann z. B. über ein Fluid zwischen Innen- und Außenwandung kontrolliert werden. Hierzu kann z. B. Fett oder Silikonöl verwendet werden.

Figur 1 zeigt ein Kanonenrohr 1 einer Perforationskanone zur Verwendung in der Erdöl- und Erdgasindustrie zur Anbindung einer Bohrung an den Speicherhorizont. Das Kanonenrohr 1 ist an seinen beiden Enden durch jeweils einen Verbinder oder Abschluß 18 verschlossen. Im Inneren des Kanonenrohrs 1 ist ein Innenrohr 4 und darin ein Ladungsträger 9 angeordnet, an dem Ladungen 10 befestigt sind. In der Figur 1 sind diese Ladungen 10 Hohlladungen. Zur Zündung dieser Ladungen 10 ist eine Sprengschnur 11 an die jeweiligen Anzündpunkte der Ladungen 10 geführt. Die Sprengschnur 11 ist durch die Verbinder oder Abschlüsse 18 in das Innere der Perforationskanone geführt.

Das Innenrohr 4 ist an einem Ende z.B. durch eine Kappe 5 verschlossen. Angrenzend an die Kappe 5 befindet sich ein Sicherungselement 7, hier ein Scherstift, der das Innenrohr 4 vor dem Schuß derart befestigt, dass sich das Innenrohr 4 nicht im Kanonenrohr 1 in Längsrichtung verschieben kann.

Im Kanonenrohr 1 gegenüber den Ladungen 10 können Sollbruchstellen 3 eingebracht sein, so dass nach der Zündung der Ladungen 10 der sich bildende Hohl-ladungsstrahl 12 (siehe Figur 2) ungehindert das Kanonenrohr 1 durchschlagen kann.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus der Perforationskanone unmittelbar nach der Zündung. Die Sprengschnur 11 hat die Ladungen 10 gezündet. Der sich ausbildende Hohl-ladungsstrahl bzw. Hohl-ladungsjet 12 hat das Innenrohr 4 und das Kanonenrohr 1 durchschlagen. Die Hohl-ladungen 10 sind jedoch noch intakt. Es ist noch kein „debris“ entstanden.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt aus der Perforationskanone unmittelbar nach dem Schuß. Der Hohl-ladungsstrahl 12 hat das Innenrohr 4 am Durchschußloch 14 und das Kanonenrohr 1 am Durchschußloch 13 durchschlagen. Im Inneren des Innenrohrs 4 hat sich ein Druck aufgebaut. Dieser Druck beaufschlagt das Innenrohr 4 in die Richtung des Sicherungselements 7, da das Innenrohr 4 an der Seite des Sicherungselements 5 durch eine Kappe 5 verschlossen ist und an der entgegengesetzten Seite offen ist. Im inneren hat sich „debris“ gebildet.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt aus der Perforationskanone nach dem Schuß. Durch den Druck im Innenrohr 4 ist das Sicherungselement 7 abgesichert worden, wodurch das Innenrohr 4 sich bis an den naheliegenden Verbinder oder Abschluß 18 verschoben hat. Dadurch können die verbleibenden Kleinteile bzw. der debris 17 nicht das Kanonenrohr 1 verlassen. Nicht gezeigt ist, dass sich das Innenrohr 4 nach dem Schuß aufgebläht und damit mit dem Kanonenrohr 1 verkeilt hat.

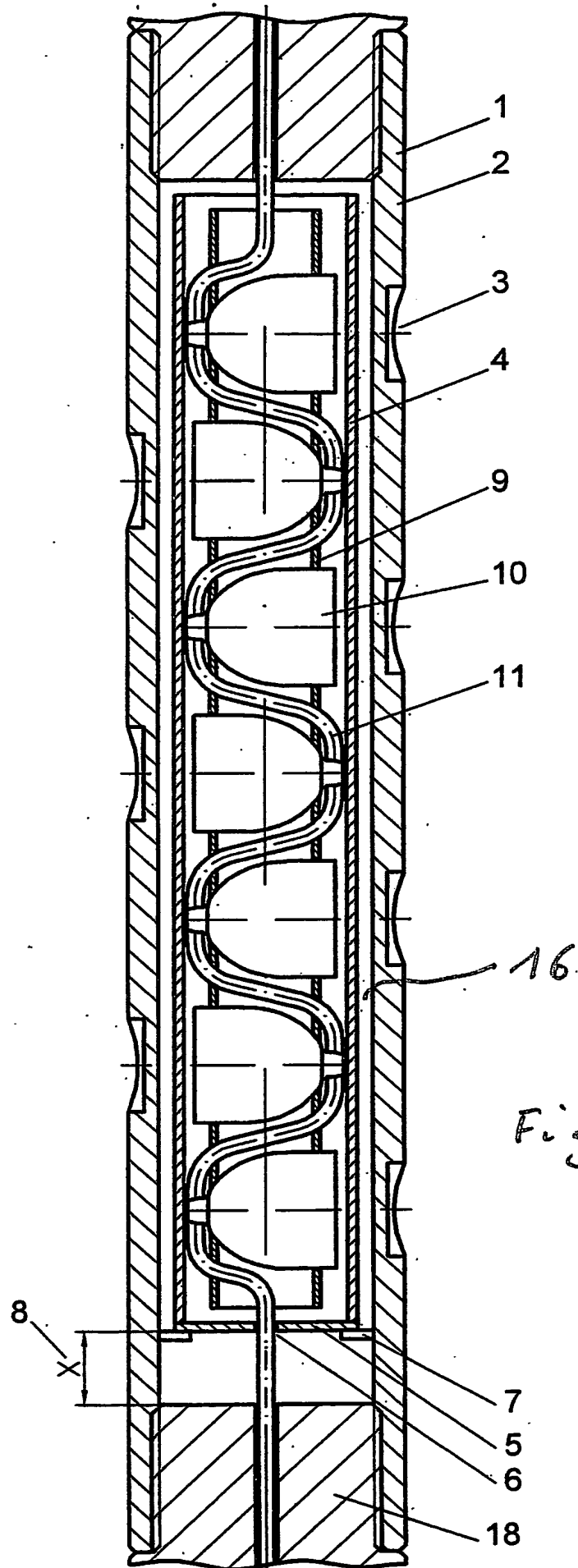
**Legende der Bezugszeichen in den Figuren:**

- 1      äußeres Kanonenrohr
- 2      Kanonenwandung
- 3      Sollbruchstelle oder Scallop
- 4      Innenrohr oder Schieberohr
- 5      Verschuß an einer Seite des Innenrohrs
- 6      Bohrung für Sprengschnur
- 7      Sicherungselement
- 8      Versatzweg x des Innenrohrs
- 9      Ladungsträger
- 10     Ladungen (Hohl- oder Geschosßladungen)
- 11     Sprengschnur
- 12     Hohlladungsstrahl
- 13     Durchschußloch Kanonenwandung
- 14     Durchschußloch Innenrohr
- 15     Innenrohr nach dem Schuß (verschoben und aufgebläht)
- 16     Ringraum (kann fluidgefüllt sein)
- 17     Bruchstücke der Ladungen (Debris)
- 18     Verbinder oder Abschluß (Top-, Bottom-, Tandem-Sub)

### **Patentansprüche:**

- 1.) Eine Perforationskanone mit einem System zum selbsttätigen Verschluss der Durchschusslöcher 13, 14
- 2.) Eine Perforationskanone wie in 1.) bei der der Verschluss der Durchschusslöcher mittels eines 2-Komponenten Schaums erfolgt
- 3.) Eine Perforationskanone wie in 2.) bei der der Schaum in Kartuschen in die Kanone eingesetzt wird, die über die Sprengschnur gezündet werden
- 4.) Eine Perforationskanone wie in 1.) bei der der Verschluss der Durchschusslöcher mittels eines Schieber- oder Rotationssystems erfolgt, welches ein Innenrohr 4 bewegt
- 5.) Eine Perforationskanone wie in 4.) bei der die Bewegung des Innenrohrs 4 über eine Feder ausgelöst wird, nachdem ein Sicherungselement durch die gezündete Sprengschnur zerstört wurde
- 6.) Eine Perforationskanone wie unter 4.) bei der die Bewegung über den Gasdruck der Reaktionsprodukte im Kanoneninneren ausgelöst wird
- 7.) Eine Perforationskanone wie in 4.) bei der die Ausdehnung des Innenrohrs 4 eine Fixierung nach Verschluss der Durchschusslöcher bewirkt.
- 8.) Eine Kanone wie unter 4.) bei der zwischen Innenrohr 4 und Kanonenrohr 1 ein Fluid eingebracht ist

1/4



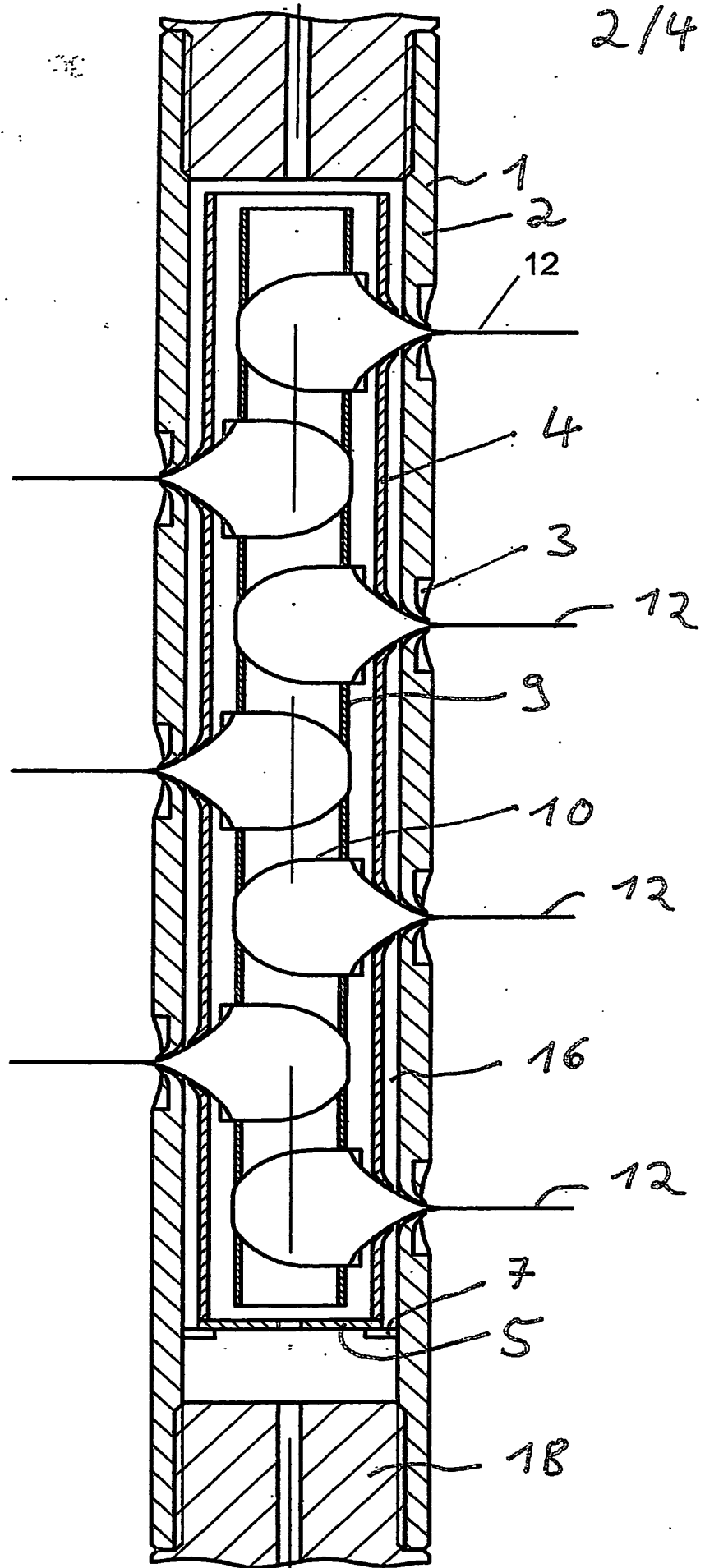


Fig. 2



Fig. 3

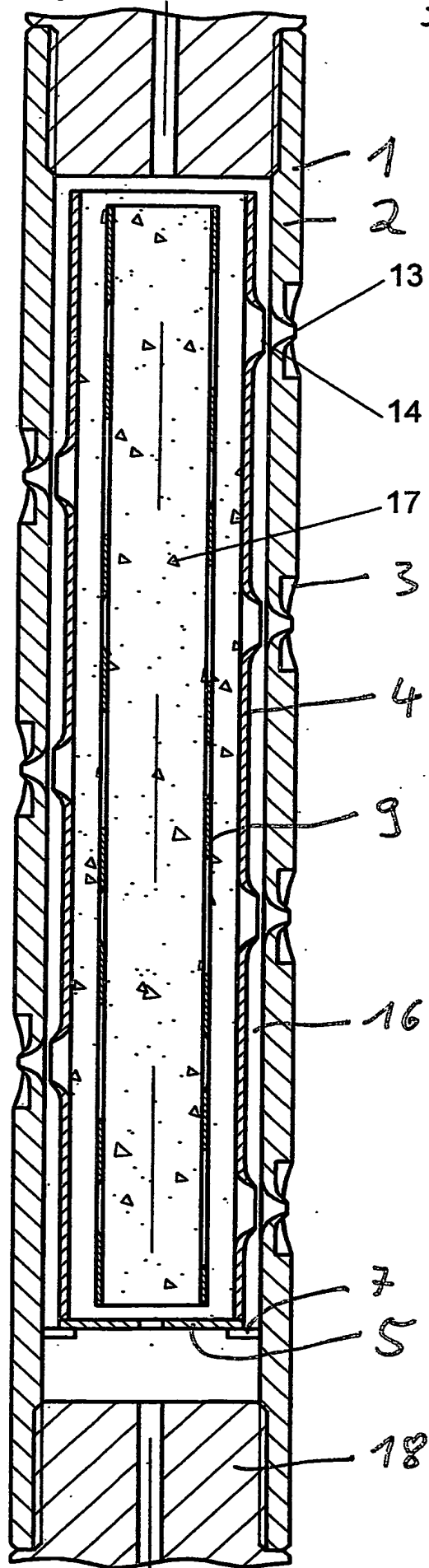


Fig. 4

